

# ROZWÓJ SYSTEMÓW SATELITARNYCH VHR

## EVOLUTION OF VHR SATELLITE SYSTEMS

Wiesław Wolniewicz

Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej

**Słowa kluczowe:** teledetekcja, GIS, zdjęcia satelitarne o bardzo wysokiej rozdzielczości  
**Keywords:** remote sensing, GIS, Very High Resolution Images

### Wstęp

Narodziny pozyskiwania danych o powierzchni Ziemi dla celów cywilnych datują się od 1972 r., gdy zaczął funkcjonować pierwszy system satelitarny ERTS (Landsat 1) o rozdzielczości terenowej 79 m. Po trzydziestu latach mamy możliwość monitorowania naszej planety m. in. dla celów kartograficznych z rozdzielczością większą niż 1 m (*GSD - Ground Sampling Distance*). Gwałtowny postęp techniczny w elektronice, optyce i telekomunikacji pozwala dziś na planowanie w najbliższym czasie systemów, które będą dostarczały obrazów zbliżonych do zdjęć lotniczych, a może nawet konkurowały z nowymi rozwiązaniami lotniczej fotogrametrii cyfrowej. Na naszych oczach rodzi się nowy kierunek fotogrametrii satelitarnej. Nieodległa perspektywa dostępu do obrazów o rozdzielczości rzędu 20–40 cm z pułapu satelitarnego jest nową szansą i wyzwaniem dla fotogrametrii, kartografii oraz tematycznych aplikacji GIS. Artykuł prezentuje najnowsze trendy rozwoju systemów satelitarnych popularnie nazywanych VHR (w angielskojęzycznej literaturze – *Very High Resolution*) Omówiono następującą problematykę:

- stan i perspektywy wojskowych systemów VHR,
- strategię polityki USA dotyczącej koncepcji rozwoju systemów VHR,
- ogólne systemy VHR,
- najbliższe perspektywy,
- wykorzystanie satelitarnych zobrażeń VHR w Polsce.

### Stan i perspektywy wojskowych systemów VHR

Dla potrzeb wojskowych są dostępne najnowsze technologie i prawie nieograniczone środki finansowe. Dotyczy to również obrazowania powierzchni Ziemi z orbit okołoziemskich dla tych potrzeb. W USA odpowiedzialnym za ten sektor jest National Reconnaissance

Office (NRO), który dysponuje sześcioma „super” VHR satelitami. Należy zaznaczyć iż zobrazenia tego typu są wykorzystywane przez National Imagery & Mapping Agency (NIMA) min. dla celów aktualizacji map topograficznych wielkoskalowych. Trzy satelity typu KH-11/12 (*Key Hole Satellites*) są wyposażone w potężne teleskopy optyczne, zbliżone parametrami do Hubble Space Telescope, lecz zwrócone ku powierzchni Ziemi. Dostarczają one zobrażeń cyfrowych o rozdzielczości terenowej ok. 10–15 cm. Tego typu systemy funkcjonują na orbitach od 1991 roku i mają możliwość zmiany orbity w szerokim zakresie dzięki własnemu napędowi i uzupełnianiu paliwa przez STS.

Starszymi bo ok. 12-letnimi, są systemy satelitarne pracujące w zakresie radarowym o nazwie Lacrosse, dostarczające zdjęć o rozdzielczości terenowej rzędu 1–3 m.

W połowie lat 90. rozpoczęto prace nad programem nowej generacji o wojskowym przeznaczeniu „Future Imagery Architecture” (FIA). Z racji przewidywanych olbrzymich nakładów finansowych (ponad 4 miliardy USD) i jednoczesnym dochodzeniu w Kongresie USA zasadności przedsięwzięcia, program ten został wstrzymany.

W Europie systemem satelitarnym dla potrzeb wojskowych jest francuski program Helios. Helios 1A umieszczony na orbicie w czerwcu 1996, a następnie Helios 1B w grudniu 1999 powstały na bazie doświadczenia systemu SPOT. Mają jednak większą rozdzielczość terenową bo aż 1 m. Udziałowcami tego programu są rządy: Francji 79%, Włoch 14% i Hiszpanii 7%. W roku 2004 na orbicie ma być umieszczony system nowej generacji Helios – 2A o rozdzielczości 0,5 m, a wkrótce bliźniaczy Helios 2B.

Niemiecka koncepcja dla potrzeb wojskowych zakłada utworzenie w latach 2005 - 2007 programu SAR-Lupe wspomaganego przez pięć satelitów, na różnych orbitach, dostarczających zobrazenia SAR w zakresie X o rozdzielczości terenowej 1 m.

Wielka Brytania zamierza w roku 2004 umieścić na orbicie okołozemskiej system TopSat finansowany przez Brytyjskie Państwowe Centrum Kosmiczne wspólnie z Ministerstwem Obrony Narodowej. System ten będzie charakteryzował się rozdzielczością terenową 1m w zakresie panchromatycznym i 2,5 m w zakresie wielospektralnym.

Na uwagę zasługuje program wojskowy Izraela – Ofeg. Pierwszy system z tej serii w latach 1995-2000 dostarczał informacji o krajach sąsiednich i charakteryzował się rozdzielczością terenową 2 m. W ubiegłym roku na orbicie umieszczono nowej generacji system Ofeg-5 o rozdzielczości terenowej 1 m. W tym roku miała miejsce nieudana próba umieszczenia na orbicie, przy pomocy własnej rakiety, kolejnego system satelitarnego Ofeg-6 o rozdzielczości terenowej 0,5m. Kolejna próba jest planowana dopiero na rok 2007.

W marcu 2003 r. Japonia z pomocą własnej rakiety nośnej H2R umieściła dwa wojskowe systemy satelitarne IGS-1A i IGS-1B. Pierwszy rejestruje obrazy w zakresie optycznym o rozdzielczości terenowej 1m, a drugi o rozdzielczości 3 m w zakresie SAR.

Brak oficjalnych informacji dotyczących wojskowych rosyjskich systemów satelitarnych. Nieoficjalnie podaje się, że tego typu systemy dostarczające zobrazenia powierzchni Ziemi w postaci cyfrowej o rozdzielczości terenowej w przedziale 0,5–1 m funkcjonują od 1991 r. i istnieje możliwość nabycia na rynku komercyjnym gotowych produktów w postaci ortofotomapy.

## **Strategia USA dotycząca koncepcji rozwoju systemów VHR**

Rząd Stanów Zjednoczonych Ameryki przyjął nową politykę polegającą na wzajemnym wykorzystaniu systemów satelitarnych dla celów cywilnych i obronnych. W czerwcu 2002

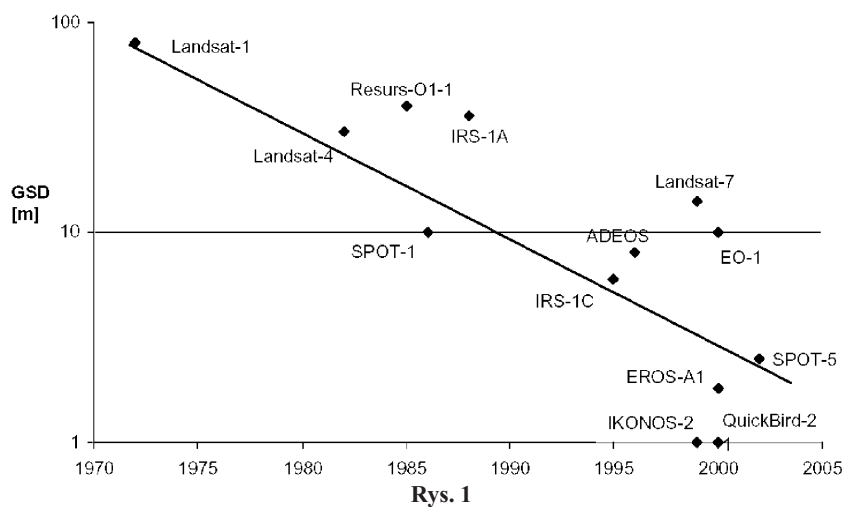
r. Szef CIA George Tenet wydał polecenie dla NIMA dotyczy optymalnego wykorzystania dostępnych systemów VHR dla pozyskiwania informacji dla zadań zarówno wojskowych jak i cywilnych. W kwietniu ubiegłego roku prezydent USA wydał Dekret 27, zalecający:

- wykorzystanie w USA cywilnych systemów satelitarnych dla potrzeb wywiadu i obronności,
- wspomoczenie przez rząd USA potrzeb komercyjnych systemów satelitarnych typu VHR,
- utworzenie długofalowej polityki współpracy pomiędzy rządem USA a przemysłem realizującym systemy VHR,
- pomoc w uzyskaniu odpowiednich licencji dla firm cywilnych,
- wspomaganie i promowanie amerykańskiego przemysłu cywilnego VHR w programach współpracy międzyrządowej.

W minionym okresie NIMA ogłosiła dwa rządowe programy wspierające rozwój technologiczny cywilnych systemów VHR. Do nich należą ClearView i NextView. Pierwszy program dotyczy współpracy dla potrzeb obronnych i przeznaczona w najbliższych trzech latach po ok. 100 mln USD dla firm Space Imaging i DigitalGlobe. Drugi program dotyczy wsparcia finansowego na rozwój nowej generacji systemów VHR współpracujących ze służbami wojskowymi i cywilnymi. Do przetargu stanęły: Space Imaging współdziałający z Lockheed Martin, Raytheon, oraz DigitalGlobe wraz z Ball Aerospace, ITT i BAE Systems. 30 września 2003 r. NIMA ogłosiła decyzję: jedynym realizatorem zlecenia na wykonanie nowej generacji systemu o rozdzielczości 0,5 m dla celów cywilnych został DigitalGlobe. Wartość umowy przekracza 500 mln USD na realizację pięcioletniego zadania. W roku 2004 uruchomiono kolejny podobny przetarg. Tym razem dwa systemy satelitarne ze Space Imaging i Orbital Science Corporation walczą o poważne dofinansowanie przez rząd federalny na rozwój nowych generacji VHR.

## Cywilne systemy VHR

Rozwój cywilnych systemów satelitarnych obserwowania powierzchni Ziemi w minionych trzydziestu latach w funkcji wielkości rozdzielczości terenowej (GSD) przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1

Stany Zjednoczone jako pierwsze podjęły w roku 1997 próby umieszczenie na orbicie cywilnych systemów satelitarnych VHR. Pierwsza nieudana próba z EarlyBird (1997), następnie IKONOS –1 (1999), QuickBird-1 (2000) a ostatnio OrbitView – 4 (2001) zahamowały entuzjazm szybkiego zastosowania tych rozwiązań technologicznych. Obecnie działają na orbitach okołoziemskich trzy amerykańskie systemy VHR: IKONOS-2 (1999), QuickBird-2 (2001) i OrbView-3 (2003). W systemie IKONOS główni udziałowcy, tj. Lockheed Martin, Raytheon i Mitsubishi zainwestowali ok. 700 mln USD. Wartości rocznych przychodów z tytułu funkcjonowania systemu IKONOS-2, to odpowiednio 110 mln USD w 2000 r., 170 mln USD w 2001 r. i 200 mln USD w 2003 r. Szacuje się, że wyraźny wzrost przychodów w kolejnych latach nastąpi nie w wyniku rosnącej sprzedaży obrazów, a jedynie zwiększającej się sprzedaży naziemnych stacji odbiorczych typu Regional Operation Center (ROC). Centra tego typu pozwalają na programowanie systemu IKONOS i obrazowanie w czasie rzeczywistym. Terytorium Polski, na dzień dzisiejszy, jest w zasięgu trzech tego typu Centrów umieszczonych w Ankarze, Monachium i Tel Avive we wrześniu 2004. Zostało otwarte kolejne Centrum, tym razem w Polsce w Komorowie k/Ostrowi Maz. Brak jest natomiast danych finansowych odnośnie przychodów ze sprzedaży zdjęć przez firmę DigitalGlobe. Firma ta nie prowadzi dystrybucji swoich zobrazowań poprzez system typu ROC. Kolejny amerykański system VHR to OrbView-3 spółki Orbital Science Corporation. Mówi się o przejęciu tego systemu przez Space Imaging.

Izraelski ImagineSat International z centralą na Cyprze finansowany przez banki izraelskie i IAI jest właścicielem satelity EROS-A1 – bliźniaczego Ofeg-3. Nakładami ponad 300 mln USD w 2000 r. przy pomocy rosyjskiej rakiety nośnej został umieszczony na orbicie bardzo dyspozycyjny system dostarczający zobrazowania panchromatyczne o rozdzielczości ok. 2 m z możliwością wzrostu do 1 m poprzez technikę przepróbkowania (*over-sampling*). ImageSat Int. oferuje w sprzedaży oprócz zdjęć również stacje typu ROC (tylko dwie firmy na świecie oferują tego typu rozwiązania dla potrzeb komercyjnych, są to Space Imaging i ISI).

Indyjski konflikt z Pakistanem przyspieszył decyzję rządu o budowie nowej generacji systemów VHR. Po światowych sukcesach zobrazowań dostarczanych przez satelity IRS-1C i IRS-1D postanowiono we współpracy z ITI (Izrael) umieścić na orbicie satelitę o

**Tabela 1. Charakterystyka działających cywilnych wysokorozdzielczych systemów satelitarnych**

Nazwa satelity	Firma Kraj	Data umieszczenia na orbicie	Zakresy spektralne	Rozdz. terenowa w nadirze [m]	Wielkość sceny w nadirze [km]	Maks. wychylenie w kierunku lotu	Maks. wychylenie w poprzek orbity	Wysokość orbity [km]
IKONOS	Space Imaging USA	IX 1999	PAN+MS	0,82–3,40	11x11	+/- 45°	+/- 45°	680
EROS A1	Image Sat Internat. Izrael	XII 2000	PAN	1,00–1,80	13,5x13,5	+/- 45°	+/- 45°	480
QuickBird	Digital Globe USA	X 2001	PAN+MS	0,61–2,40	16x16	+/- 30°	+/- 30°	450
OrbView	Orb Image USA	VIII 2003	PAN+MS	1,00–4,00	8x8	+/- 45°	+/- 45°	470

rozdzielczości analogicznej jak Ofeg-5, tj: 1 m. W październiku 2001 r. satelita Technology Experiment Satellite (TES) zaczął przekazywać dane do indyjskiego centrum. W październiku 2003 r. Indie umieściły kolejnego satelitę komercyjnego Resourcesat, pozwalającego uzyskiwać rozdzielczość terenową 6 m zarówno w zakresie panchromatycznym jak i wielospektralnym przy zobrazowaniu obszaru 60x60 km. W ciągu kilku miesięcy kraj ten zamierza umieścić kolejny system VHR do pozyskiwania zobrazowań stereoskopowych o rozdzielczości terenowej 2,5 m (zakres PAN) – Cartosat.

Tajwan, głównie dla potrzeb monitorowania swojego „sąsiada”, planuje umieścić ROC-SAT-2 o rozdzielczości terenowej 2 m (zakres PAN) i 8 m (zakres MS). Korea Południowa ma bardzo zbliżony program o nazwie KOMPSAT-2.

## Najbliższe perspektywy

NextView i ClearView to najbliższa przyszłość amerykańskich, cywilnych systemów satelitarnych nakreślona przez NIMA na następne 5–10 lat. Należy zaznaczyć, iż wiodące amerykańskie firmy Space Imaging i Digital Globe wystąpiły do rządu federalnego o przyznanie licencji wyrażającej przyzwolenie na operowanie systemami satelitarnymi o rozdzielczości 0,25 m. W mediach technicznych jest bardzo dużo reklamy komercyjnej odnośnie satelity nowej generacji VHRS – IKONOS Block II. Aktywność ta bierze się z potrzeb pozyskania grup sponsorskich na realizację tego przedsięwzięcia. Mowa o rozdzielczości terenowej rzędu 40 cm, znacznie szerszym pasie zobrazowania (15,4) km, większej pamięci operacyjnej i prostocie adaptacji istniejących ROC dla nowych zadań.

Schemat satelity IKONOS BLOCK II przedstawiono na rysunku 2, porównanie wydajności obrazowania systemów BLOCK I i BLOCK II na rysunku 3, a charakterystykę tych systemów w tabeli 2.

Bardziej realnym przedsięwzięciem jest oferowana przez Digital Globe koncepcja nowej generacji systemu VHR. Z tytułu wsparcia dla tej firmy w ramach programu NextView, wymagane jest utworzenie systemów komercyjnych o rozdzielczości terenowej rzędu 0,47 m. w przedziale panchromatycznym o nazwie WorldView 110. Plany wystrzelenia tego systemu są datowane na połowę roku 2006. Trzy lata później planowane jest umieszczenie na orbicie kolejnego systemu tej generacji. Charakterystykę systemów Digital Globe przedstawiono w tabeli 3.

Na szczególną uwagę zasługują zakresy spektralne WorldView. Przykład planowanych zakresów spektralnych dla nowej generacji VHRS przedstawiono na rysunku 4.

Kanada zamierza uruchomić w roku 2005 całą rodzinę z serii RADARSAT dających zobrazowania typu SAR w zakresie C o rozdzielczości 3 m.

Izrael planuje w przyszłym roku uruchomienie dla celów komercyjnych systemu EROS-B na bazie Ofeg-5. Będzie się on charakteryzował szerokim pasem zobrazowania rzędu 20 km i rozdzielczością terenową 0,9 m dla zakresu PAN i 3,5 m dla zakresów wielospektralnych.

Japonia w niedługim czasie planuje umieszczenie na orbitach kolejnej rodziny z serii IGS a mianowicie IGS-2A (w zakresie optycznym) i IGS-2B (w zakresie SAR). Również jest planowane w najbliższym okresie umieszczenie na orbicie systemu o nazwie PRISM charakteryzującego się rozdzielczością 2,5 m z pasem zobrazowania 35 km.

Tabela 2. Charakterystyka systemów Space Imaging



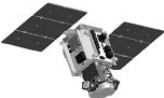

Parametry	Block I 	Block II 
Wysokość orbity	680 km	680 km
Charakterystyka spektralna	Pan /4 MS	Pan / 4 MS
Rozdzielczość terenowa (zakres panchromatyczny)	0,82 m	0,41 m
Rozdzielczość w systemie wielospektralnym	3,4 m	1,6 m
Możliwość rewizyty	3,5 dnia	3–1 dnia
Szerokość pasa zobrazowania	11 km	20 km
Liczba pikseli w linii obrazowania	14 208	37 700
Pojemność dysku	137 Gbits	1400 Gbits
Szybkość przekazu do stacji naziemnej	329 Mbps	1200 Mbps

Tabela 3. Charakterystyka systemów Digital Globe

Parametry	QuickBird 	WorldView 
Wysokość orbity	450 km	770 km
Charakterystyka spektralna	Pan / 4 zakresy w systemie wielospektralnym	Pan / 8 zakresów w systemie wielospektralnym
Rozdzielczość terenowa w zakresie panchromatycznym	0,61 m	0,50 m
Rozdzielczość terenu w systemie wielospektralnym	2,4 m	2,0 m
Możliwość rewizyty	3,5 dnia	3–1 dnia
Szerokość pasa zobrazowania	16,5 km	16,8 km
Możliwości stereoskopii	jedna scena (< 10o)	2x2 sceny (< 30o)
Pojemność dysku	137 Gbits	1600 Gbits
Szybkość przekazu do stacji	329 Mbps	800 Mbps
Możliwość przekazu	Virtualny Terminal	bezpośrednie przekaz do stacji naziemnych

Rosja w przyszłym roku zamierza wprowadzić typowo komercyjny system satelitarny VHR „RESURS-DK”. System ma charakteryzować się następującymi parametrami:

- wysokość orbity – 350 km,
- rozdzielczość terenowa (pan) – 1 m,
- rozdzielczość terenowa (MS) – 2,5–4 m,
- szerokość zobrazowania – 28,3 km,
- maksymalna długość pasa zobrazowania – 448 km.

Francuski CNES we współpracy z wieloma krajami europejskimi pod kierownictwem ESA podjął decyzję stworzenia nowej generacji systemów do obserwacji powierzchni Ziemi. Uruchomiono dwa równoległe programy: PLEIADES w zakresie optycznym i COSMO-SkyMed SAR X w zakresie radarowym. Ten ostatni w ścisłej współpracy włosko-francuskiej ze wsparciem Belgii, Szwecji, Hiszpanii i Austrii. W planie jest uruchomienie aż czterech tego typu systemów satelitarnych o metrowej rozdzielczości. Natomiast Pleiades to konstelacja satelitów o rozdzielczości terenowej w zakresie panchromatycznym 0,7 m i wielospektralnym 2,8 m. Szerokość obrazowania ma wynosić 20 km z wysokości 695 km. Umieszczenia satelity na orbicie planuje się na 2008 r.

Symulację obrazu z systemem Pleiads przedstawia rysunek 5.

## Wykorzystanie zobrazowań satelitarnych w Polsce

Dobiega końca największy w Europie projekt wykorzystujący zobrazowania VHR z systemu IKONOS dla utworzenia ortofotomapy części obszaru Polski o powierzchni ok. 50 000 tys. km<sup>2</sup> dla potrzeb Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Jest to doskonały przykład praktycznego wykorzystania tego typu obrazów.

Jesienią 2003 r. został powołany podmiot gospodarczy Satelitarne Centrum Operacji Regionalnych (SCOR) pomiędzy inwestorem prywatnym TECHMEX S.A. i Agencją Mienia Wojskowego. W wyniku negocjacji z Lockheed Martin i Space Imaging ustalono wzajemne porozumienie na wybudowanie stacji odbioru zdjęć w Komorowie k/Ostrowi Maz. W ramach porozumienia SCOR otrzyma dla Polski archiwalne zobrazowania z satelity IKONOS pokrywające ok. 70 tys. km<sup>2</sup>. W ramach powstającego polskiego centrum, w pierwszej kolejności będą pozyskiwane obrazy z systemu IKONOS-2 dla celów wojskowych i komercyjnych. W dalszym etapie działalności, dzięki doborowi specyficznej anteny, po wykupieniu odpowiednich licencji od administratorów satelitów, będzie możliwość odbioru zobrazowań z innych systemów (RADARSAT, IRS). Jednym z pierwszych praktycznych zadań tego typu przedsięwzięcia będzie aktualizacja danych wektorowych dla Vmap Level 2.

Równoległe były prowadzone rozmowy z DigitalGlobe i Eurimage na utworzenie ortofotomap z wykorzystaniem zobrazowań z QuickBird.

Są też prowadzone prace badawcze na zlecenie KBN i GUGiK dotyczące analiz tego typu zobrazowań zarówno od strony fotogrametrycznej jak i aplikacyjnej.

## Podsumowanie

Stan obecny rozwoju zobrazowań satelitarnych o bardzo dużej rozdzielczości i najbliższe zamierzenia w tym zakresie wskazują na gwałtownie rosnącą rolę tego źródła danych dla opracowań pomiarowych i interpretacyjnych. Obrazy te będą uzupełniać dotychczasowy rynek zdjęć lotniczych. Stanie się tak za sprawą zwiększonej rozdzielczości przestrzennej i radiometrycznej, malejących kosztów nabycia, większej dyspozycyjności obrazowania, szczególnie dla małych obiektów, łatwym dostępie i łatwym przetwarzaniu. Ułatwi to dotarcie obrazów satelitarnych do nowych grup użytkowników i wyzwoli nowe ich zastosowania.

### Literatura

- Petrie G., 2003: *Current Development & future Trends in High Resolution Imaging*, ISPRS Workshop, ISPRS Workshop "High Resolution mapping from Space", Hanover.
- Jacobson K., Passini R., 2003: *Accuracy of Digital Orthophotos From High Resolution Space Imagery*, ISPRS Workshop High Resolution Mapping from Space 2003, Hanover.
- Kurczyński Z., Wolniewicz W., 2004: *Wysokorozdzielcze systemy obrazowania satelitarnego* Geodeta 07/08.
- Kurczyński Z., Wojtynek R., Wolniewicz W., 2004: *Assessment of VHR Images Utilization for the Needs of the Polish National Geodesy Authorities*, GIS 2004, Chorwacja.
- Wolniewicz W., 2003: *Assessment of VHR Satellite Data – IKONOS, Quick Bird, EROS, SPOT 5* ISPRS Workshop, High Resolution mapping from Space, University of Hanover.
- Wolniewicz W., 2004: *Assessment of VHRS Images* Euroimage Meeting–Invited Paper, Rzym.
- Wolniewicz W., 2004: *Assessment of Geometric Accuracy of VHR Satellite Images* XX Congress ISPRS, Istanbul.
- Wolniewicz W., Jaszczak P., 2004: *Orthorectification Very High Resolution Satellite Images* 25 ACRS Thailand.

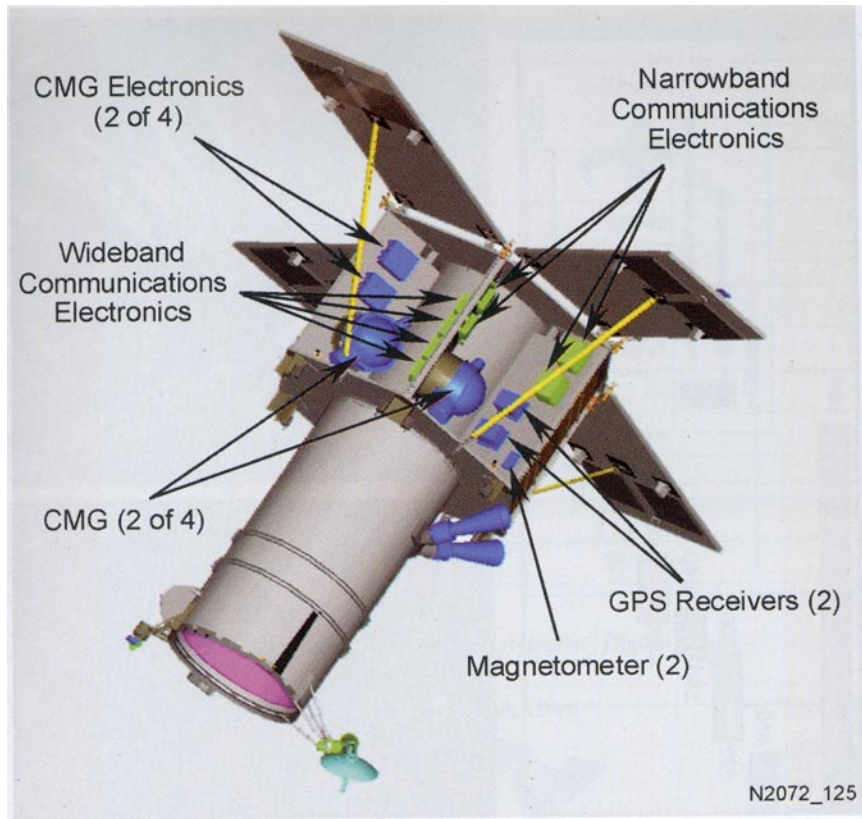
### Summary

*Collecting data on earth surface for commercial purposes begun in 1972, when first satellite sensor called ETRS started its work with 80 m ground pixel size. After almost thirty years from that moment we have ability of monitoring our planet for cartographic purposes with ground resolution below 1m. Rapid technical improvements in electronics, optics and telecommunication allow us to plan in nearest future systems, which will provide information close to aerial photographs, and maybe even competitive to digital aerial photography. In front of us a new trend of satellite photogrammetry is born. Close future possibility of gaining access to images made from space with 20-40 cm ground resolution is a great chance and challenge for photogrammetrists, cartographers, and surveyors. This paper presents the newest developments in the area of satellite systems called VHR (Very High Resolution). It covers the following problems:*

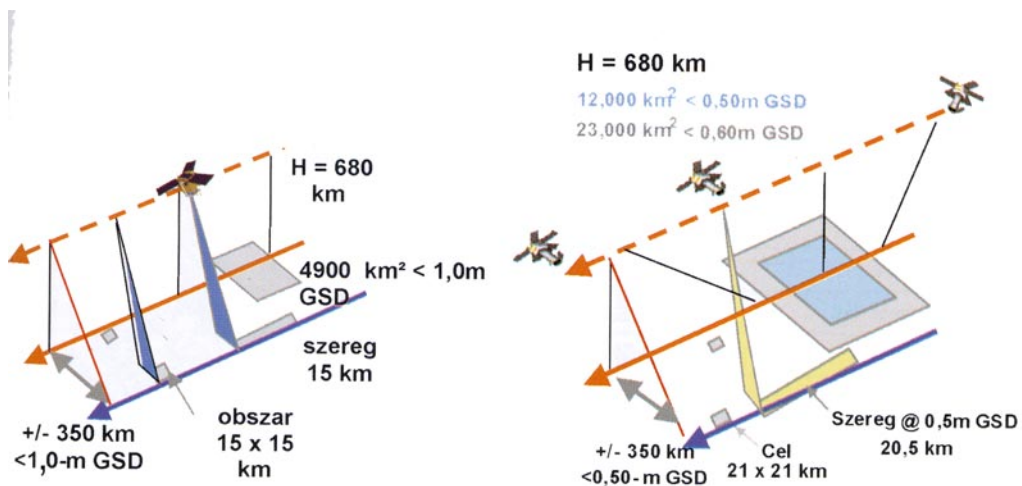
- *Present state and future of military VHR systems for defense purposes;*
- *USA strategy for VRS development;*
- *Commercial VHR systems;*
- *Closest perspectives.*
- *Usage of VHR satellite images in Poland.*

dr inż. Wiesław Wolniewicz  
wwoln@gik.pw.edu.pl  
tel. +4822 660 73 58  
fax. +4822 660 53 89

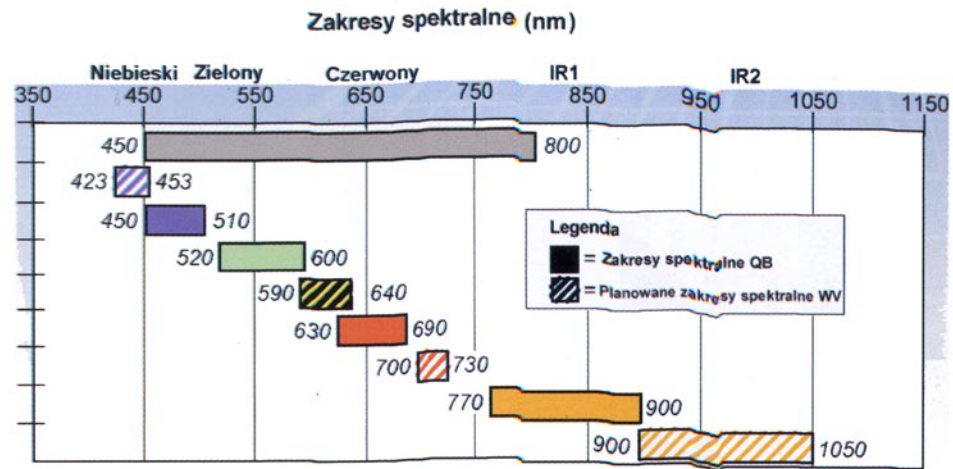




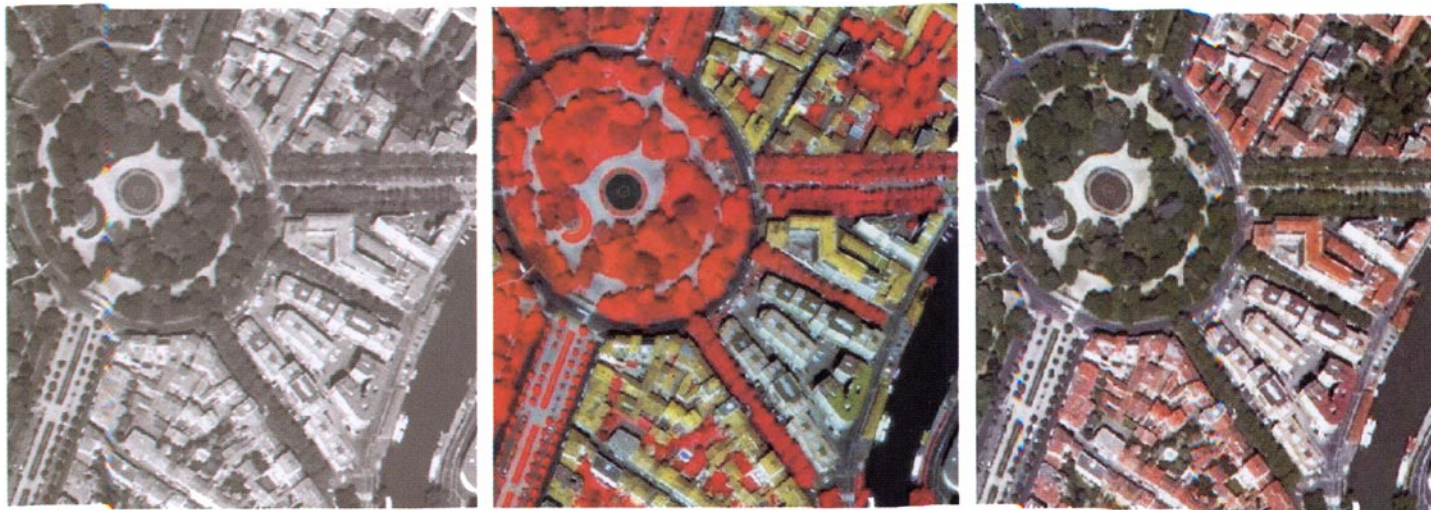
Rys. 2. Schemat satelity nowej generacji VHRS – IKONOS BLOCK II



Rys. 3. Porównanie wydajności obrazowania systemów: IKONOS BLOCK I i BLOCK II



Rys. 4. Zakresy spektralne systemów: obecnego Quick Bird i planowanego WorldView



Rys. 5. Symulacja obrazu z systemu Pleiads w zakresie panchromatycznym, barwnym w podczerwieni i barwnym wyostrozonym (*pan sharpened*)